

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10251808  
PUBLICATION DATE : 22-09-98

APPLICATION DATE : 11-03-97  
APPLICATION NUMBER : 09056022

APPLICANT : RIKEN CORP;

INVENTOR : KURIHARA SATOSHI;

INT.CL. : C22C 38/00 C22C 38/28 F02B 19/16

TITLE : FERRITIC STAINLESS STEEL FOR PRECOMBUSTION CHAMBER TYPE DIESEL  
ENGINE INSERT EXCELLENT IN COLD AND WARM FORGEABILITY AND CRACKING  
RESISTANCE

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a precombustion chamber type diesel engine  
insert material formed by cold and warm forging which is an inexpensive ferritic stainless  
steel excellent in cracking-resistance and oxidation resistance.

SOLUTION: This stainless steel has a compsn. contg., by weight, 0.002 to 0.03% C,  
 $\leq 0.25\%$  Si,  $\leq 0.25\%$  Mn, 17.0 to 20.0% Cr, 1.0 to 3.0% Mo, one or two or more kinds  
among Nb, Ti, V and Zr by 0.2 to 0.6% and  $\leq 0.03\%$  N, in which the total content of C+N  
is regulated to  $\leq 0.04\%$ , and the balance Fe with impurities.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特開平10-251808

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月22日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	F I
C 2 2 C 38/00	3 0 2	C 2 2 C 38/00
		3 0 2 Z
		38/28
F 0 2 B 19/16		F 0 2 B 19/16
		C

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-56022  
 (22) 出願日 平成9年(1997) 3月11日

(71) 出願人 000180070  
 山陽特殊製鋼株式会社  
 兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地  
 (71) 出願人 000139023  
 株式会社リケン  
 東京都千代田区九段北1丁目13番5号  
 (72) 発明者 庄 篤史  
 兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地  
 山陽特殊製鋼株式会社内  
 (72) 発明者 春名 靖志  
 兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地  
 山陽特殊製鋼株式会社内  
 (74) 代理人 弁理士 椎名 強

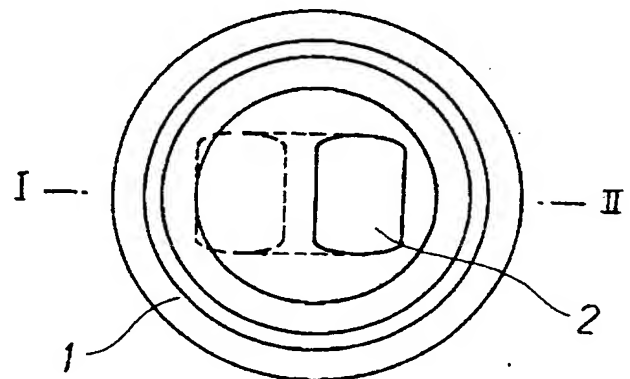
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷・温間鍛造性、耐き裂性に優れた予燃焼室式ディーゼルエンジンインサート用フェライト系ステンレス鋼

## (57) 【要約】

【課題】 耐き裂性および耐酸化性に優れた安価なフェライト系ステンレス鋼で、冷・温間鍛造によって成形される予燃焼室式ディーゼルエンジンインサート材料を提供すること。

【解決手段】 重量%で、C:0.002~0.03%、Si:0.25%以下、Mn:0.25%以下、Cr:17.0~20.0%、Mo:1.0~3.0%、Nb、Ti、V、Zrを1種または2種以上で0.2~0.6%、N:0.03%以下で、更にC+N量を合計で0.04%以下、残部Feおよび不純物からなる冷・温間鍛造性、耐き裂性に優れた予燃焼室式ディーゼルエンジンインサート用のフェライト系ステンレス材料。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 重量%で、

C : 0.002~0.03%、

Si : 0.25%以下、

Mn : 0.25%以下、

Cr : 17.0~20.0%、

Mo : 1.0~3.0%、

Nb、Ti、V、Zrを1種または2種以上で0.2~0.6%、

N : 0.03%以下で、

更にC+N量を合計で0.04%以下、残部Feおよび不純物からなる冷・温間鍛造性、耐き裂性に優れた予燃焼室式ディーゼルエンジンインサート用のフェライト系ステンレス材料。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、冷・温間鍛造によって成形されるディーゼルエンジン予燃焼室用インサート材料に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、予燃焼方式のディーゼルエンジン予燃焼室材料の製造には主に、冷・温間鍛造で成形されるものと精密鍛造で成形されるものがある。冷・温間鍛造で成形される材料には、特開昭56-55553号公報や特開平3-115544号公報に記載されているようなフェライト系、特公昭63-37182号公報に記載されているようなフェライト・マルテンサイト系、特開平3-257142号公報に記載されているようなフェライト・オーステナイト系の材料が開示されているが、現在においては主にオーステナイト系のSUS310Sが使用されている。一方、精密鍛造で成形されるものとしては、特公昭54-18647号公報、特開昭56-41354号公報に記載されているようなフェライト系材料や、ガソリンエンジン予燃焼室材として特公昭62-17021号公報に記載されているような材料等が挙げられる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】近年、内燃機関の高出力化によって、エンジン内の各部品が受ける熱負荷は次第に大きくなり、いくつかの部品では従来の材料の限界を超えるものも存在する。その中でも予燃焼室は、高温、高圧のガスが作動し、過酷な加熱と冷却の繰返しを受けるので、従来から適用されているSUS310S等の材料では、き裂の発生や材料の欠落等の問題が生じているので、これに対応できる新材料の出現が多く望まれており、さらにこれに加えて、コスト的に最も有利な冷間鍛造での製造が可能な材料の出現が特に強く望まれている。そこで、それらの要求を全て満足できるような材料の開発を試みた。

【0004】そこでまず、現在までに開示されている材

料を調査した結果、以下に示す知見が得られた。冷・温間鍛造される材料の内、マルテンサイト系材料は、冷間鍛造性が劣り製造工程における複雑な熱処理工程等によってコスト高になったり、使用される環境が900℃以上となるような高温では、材料の変態により酸化、溶損を発生し易くなるという欠点があった。

【0005】また、オーステナイト系材料については、材料そのものが非常に高価で、また難切削材であるので、製造面におけるコストが高いという欠点があった。さらに予燃焼室としての実用に際しても、熱膨張係数がフェライト系等の材料と比較して非常に大きいので、予燃焼室本体及びエンジンヘッドに致命的なき裂が発生し易いという欠点があった。

【0006】従来のフェライト系ステンレス鋼については、熱膨張係数は低いが、高温強度の不足によって、予燃焼室用インサート材料としての耐き裂性が充分満たされるものではなかった。一方の精密鍛造材については、製造における工数が多いことでコスト高となったり、鍛造欠陥により予燃焼室としての特性を低下させる欠点があった。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明鋼の目的は、以上に示した問題点を解決し、耐き裂性および耐酸化性に優れた安価なフェライト系ステンレス鋼で、冷・温間鍛造性を向上させることによって更に安価に材料を提供することである。そこで、この目的を達成するために本発明は、重量%で、C : 0.002~0.03%、Si : 0.25%以下、Mn : 0.25%以下、Cr : 17.0~20.0%、Mo : 1.0~3.0%、Nb、Ti、V、Zrを1種または2種以上で0.2~0.6%、N : 0.03%以下で、更にC+N量を合計で0.04%以下、残部Feおよび不純物からなることと規定された。本発明の特徴は、予燃焼室用インサートとしての必要主特性である耐き裂性および耐酸化性を向上させ、さらに製造コストを低減させるために、複雑な構造をもつ予燃焼室用インサートの形状に冷間および温間で容易に鍛造成形できるように成分を配合したところにある。

【0008】次に本発明鋼の成分限定理由を以下に示す。

C : 0.002~0.03%

CはNb、Ti、V、Zrと結合して炭化物を形成し、そのピーニング効果により結晶粒を微細化させて耐き裂性を向上させる元素である。そのためには、少なくとも0.002%以上含有することが望ましく、コスト的にも0.002%以上が望ましい。しかしながら、0.03%を超えて添加すると耐酸化性を低下させるばかりでなく、冷間鍛造性も低下させるので、上限を0.03%とした。

【0009】Si、Mn : 0.25%以下

SiとMn両元素の低減は、耐酸化性を低下させずに、冷間鍛造性評価の主特性の一つである変形抵抗特性を向上させることを見い出した。しかしながら、両元素とも溶解精錬時の脱酸に不可欠な元素であるので、冷間加工性を低下させないために、それぞれの上限を0.25%と規定した。

【0010】Cr: 17.0~20.0%

Crは低熱膨張係数を有するフェライト組織を安定化させ、さらに高温での耐酸化性を向上させること、すなわち予燃焼室としての必要主特性である耐き裂性に不可欠な元素である。これらの特性を確保するには、少なくともCrを17.0%以上含有する必要があるが、20.0%を超えるようになると、耐酸化性向上の効果が飽和し、コスト高となるので上限を20.0%とした。

Mo: 1.0~3.0%

Moは高温強度の増加によって、耐き裂性を向上させる元素であるので、少なくとも1.0%の添加が必要であるが、3.0%を超えるようになると、 $\sigma$ 相の生成を促進して高温強度を低下させるので上限を3.0%とする。

【0011】Nb、Ti、V、Zr: 1種または2種以上で0.2~0.6%

Nb、Ti、V、Zrを添加して炭化物を形成させることは、前述したような結晶粒の微細化によって耐き裂性を向上させるばかりでなく、耐酸化性に有効な金属マトリックス中のCrの低下を防ぎ、実用での耐酸化性の低下を抑制する効果があるので、それぞれの元素を1種または2種以上で0.2%以上添加する必要がある。しかしながら、これらの元素を1種または2種以上で0.6%を超える添加を行うと、冷間加工における変形抵抗値の増加によって冷間鍛造性が低下したり、コスト高となるので、上限を0.6%とする。

【0012】N: 0.03%以下

Nは限界冷間圧縮加工特性や変形抵抗特性を低下させ、冷間鍛造性を著しく低下させるので、積極的な添加は望ましくない。しかしながら、生産におけるコスト面で有利な大気溶解法を用いた場合、Nは不純物として含まれるので、Nの上限を冷間鍛造性を著しく添加させない程度、すなわち0.03%と規定した。

C+N $\leq$ 0.04%

予燃焼室用インサートを実機形状に良好に冷間鍛造するには、70%以上の限界冷間加工率が必要であることが分かり、70%以上の確保には、鋼中のC、N量を合計で0.04%以下に限定する必要があることを見い出したので、C、N量の合計を0.04%以下と規定する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、発明の実施例ならびに各種試験結果について述べる。表1に示すA~Mの本発明に係わる成分組成を真空高周波誘導電気炉で溶解して100kg鋼塊とし、それぞれ所定の温度で熱間鍛造、焼鈍を行った後、切削（一部は研磨）して作製した試験片を各種試験に供した。表1の比較鋼a~hおよび従来鋼1~2についても同様の方法で試験片を作製した。ただし、耐き裂性評価試験に関しては、熱間鍛造、焼鈍を行った材料について荒鍛造→中間焼鈍→仕上げ鍛造→仕上げ切削を行い、図1に示す予燃焼室1を作製した。なお、この中の冷間鍛造性が悪い比較鋼b、cについては、先の鍛造工程に焼鈍、鍛造工程を1回ずつ増やさなければならなかった。また従来鋼2については、所定の温度で焼入れ・焼戻しした材料を、すべて切削により、予燃焼室1を作製した。

【0014】

【表1】

表1 (単位は全て重量%)

鋼種	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	V	Zr	N	C+N	備考
A	0.003	0.15	0.16	0.20	18.53	1.92	0.44	Tr	Tr	Tr	0.008	0.011	本 発 明 鋼
B	0.025	0.19	0.20	0.20	18.44	1.90	0.45	0.002	Tr	Tr	0.014	0.039	
C	0.010	0.20	0.20	0.20	18.50	1.89	0.45	0.001	Tr	Tr	0.025	0.035	
D	0.010	0.09	0.10	0.21	18.77	1.84	0.46	Tr	Tr	Tr	0.014	0.024	
E	0.009	0.20	0.22	0.20	17.23	1.23	0.49	Tr	Tr	Tr	0.018	0.027	
F	0.010	0.22	0.21	0.19	19.77	2.87	0.47	Tr	Tr	Tr	0.015	0.025	
G	0.010	0.22	0.21	0.21	18.39	1.87	0.42	0.002	0.06	Tr	0.015	0.025	
H	0.009	0.20	0.21	0.19	18.51	1.79	Tr	0.511	Tr	Tr	0.016	0.025	
I	0.011	0.19	0.19	0.20	18.60	1.85	Tr	0.002	0.47	Tr	0.016	0.027	
J	0.010	0.20	0.20	0.21	18.43	1.84	Tr	0.001	Tr	0.55	0.015	0.025	
K	0.011	0.22	0.18	0.20	18.46	1.88	0.30	0.190	Tr	Tr	0.017	0.028	
L	0.012	0.19	0.22	0.20	18.42	1.81	0.24	0.120	0.12	Tr	0.014	0.026	
M	0.010	0.20	0.20	0.21	18.43	1.87	0.22	0.130	Tr	0.11	0.013	0.023	
a	0.041	0.21	0.19	0.20	18.43	1.86	0.45	0.002	0.01	Tr	0.017	0.058	比 較 鋼
b	0.012	0.21	0.20	0.21	18.38	1.89	0.42	0.001	0.02	Tr	0.042	0.054	
c	0.039	0.21	0.19	0.19	18.45	1.88	0.44	0.001	0.03	Tr	0.040	0.079	
d	0.012	0.55	0.61	0.22	18.55	1.84	0.45	0.002	0.02	Tr	0.012	0.024	
e	0.011	0.20	0.21	0.22	18.54	1.84	0.44	0.001	0.03	Tr	0.012	0.023	
f	0.010	0.21	0.21	0.21	18.42	0.64	0.43	0.001	0.01	Tr	0.014	0.024	
g	0.011	0.20	0.22	0.20	18.45	1.83	0.77	0.002	0.02	Tr	0.015	0.026	
h	0.011	0.19	0.18	0.22	18.44	1.82	0.43	Tr	0.35	Tr	0.013	0.024	
1	0.069	0.37	1.74	20.40	24.33	0.14	Tr	0.004	0.08	Tr	0.024	—	従 来 鋼
2	0.363	1.86	0.45	0.18	10.09	0.72	Tr	0.002	0.02	Tr	0.022	—	

## 【0015】(1) 耐き裂性評価試験

まず、図1の子燃焼室(図2は図1子燃焼室のI-I断面)を、図3に示す6ステージの耐き裂性評価装置3の子燃焼室ホルダー4に固定し、酸素含有のプロパンガスを使用するガスバーナー5で上面から950℃まで加熱した後装置3を回転させ、試験片に水を噴霧して80～100℃に水冷する。なお、図4は耐き裂性評価試験における子燃焼室の固定模式図である。このような耐き裂性評価装置を用いて、図5に示すような加熱冷却パターンを400回繰り返す、図6に示す噴口部近傍に発生した全てのき裂7の長さを測定した。そして最後に、発生した全てのき裂長さを足し合わせ、き裂総長さとして耐き裂性評価の指標とした。試験結果を表2に示す。全体的な発明鋼および比較鋼のき裂総長さは、従来鋼1に対しては約1/4～1/5、従来鋼2に対しては約1/4～1/3程度の値であり、発明鋼および比較鋼の耐き裂性は非常に良好であった。

## \*【0016】(2) 耐酸化性試験

所定の温度で熱間鍛造、焼鈍を行った発明鋼A～M、比較鋼a～hおよび従来鋼1～2から切削仕上げした幅20mm、長さ30mm、厚さ3.5mmの試験片を作製し、それらの試験片を実験炉にて950℃で100h保持した。実験終了後、空冷を行って常温まで冷却された試験片の酸化増量を測定し、その酸化増量にて耐酸化性を評価した。実験結果を表2に示す。全体的に発明鋼の耐酸化性は、一般的に耐酸化性が良好であると言われる従来鋼1のSUS310Sと同等であり、非常に優秀であった。また、Si、Mnを低減した発明鋼Dも耐酸化性の低下は認められなかった。しかしながら、耐き裂性評価試験で良好であった比較鋼の耐酸化性は、全体的に発明鋼より劣り、特にCrの添加量が低い比較鋼eについては発明鋼の約2倍の酸化増量を示していた。

【0017】

【表2】

鋼種	き裂総長さ (mm)	酸化増量 (mg/cm <sup>2</sup> )	限界冷間加工率 (%)	変形抵抗値 (MPa)	備考
A	0.84	1.24	≥ 78.0	842	本 発 明 鋼
B	0.77	1.76	77.5	876	
C	0.70	1.61	73.5	899	
D	0.66	1.47	≥ 78.0	802	
E	1.00	1.82	≥ 78.0	847	
F	0.66	1.26	≥ 78.0	899	
G	0.63	1.36	≥ 78.0	870	
H	0.82	1.22	≥ 78.0	895	
I	0.99	1.54	≥ 78.0	877	
J	0.83	1.32	≥ 78.0	868	
K	0.78	1.32	≥ 78.0	887	
L	0.89	1.46	≥ 78.0	881	
M	0.76	1.34	≥ 78.0	877	
a	0.72	2.37	76.5	935	比 較 鋼
b	0.71	1.64	66.4	943	
c	0.69	2.45	61.2	990	
d	0.72	1.55	76.0	925	
e	1.03	2.87	≥ 78.0	882	
f	1.56	2.03	≥ 78.0	854	
g	0.72	1.55	74.2	913	
h	0.76	1.66	75.6	925	
1	3.97	1.25	73.2	1150	従 来 鋼
2	2.85	10.45	68.3	915	

### 【0018】(3) 限界冷間圧縮加工率

所定の温度で熱間鍛造、焼鈍を行った発明鋼A～M、比較鋼a～hおよび従来鋼1～2から切削仕上げした直径14mm、長さ21mmの試験片を作製し、圧縮試験機を使用して、それぞれの鋼種の限界冷間圧縮加工率（以下、限界冷間加工率）を測定した。なお限界冷間加工率とは、冷間で圧縮した際に初めて割れが認められた時点での加工率であり、これが70%以下の時には、予燃焼室の製造において冷間鍛造工程と焼鈍工程が1回ずつ増える知見が得られているので、評価の境界を70%とした。試験結果を表2に示す。試験機の性能上、78%以上の加工率の測定は不可能であるので、加工率が78%においても割れが認められない材料については、78%以上と記している。発明鋼の限界冷間加工率は、大抵78%以上のものが多く、全て限界冷間加工率70%以上を満足した。一方、比較鋼は、発明鋼より限界冷間加工率が劣っており、C、N量が高い比較鋼cについては60%程度の加工率しか示さなかった。

### 【0019】(4) 変形抵抗値

\* 先の限界冷間加工率と同様の試験片、試験機を用い、何れの材料も割れが発生しなかった加工率60%時の変形抵抗値を測定した。結果を表2に示す。発明鋼は、比較鋼よりも約10%程度、変形抵抗値が改善され、冷間鍛造機の負担を軽減させることが分かった。また特にSiおよびMnの添加量が低い発明鋼Dは、その他の発明鋼の変形抵抗値に対し、更に10%弱程度低いことが分かった。なお、表1の材料の内でも変形抵抗値が大きかったのは、C、N量が高い比較鋼cやオーステナイト系ステンレス鋼の従来鋼1であった。

### 【0020】(5) 冷・温間鍛造性可能な予燃焼室材としての総合評価

発明鋼、比較鋼および従来鋼について、以上で得られた特性の総合評価を表3に示す。発明鋼のそれぞれの特性は、比較鋼、従来鋼よりも良好であるので、本発明鋼は良好な耐き裂性、さらに冷・温間鍛造性が要求される予燃焼室材料として好適性であることが示された。

### 【0021】

### 【表3】

鋼種	耐き裂性	耐酸化性	限界冷間加工率	変形抵抗値	備考
A	○	○	○	○	本 発 明 鋼
B	○	○	○	○	
C	○	○	○	○	
D	○	○	○	○	
E	○	○	○	○	
F	○	○	○	○	
G	○	○	○	○	
H	○	○	○	○	
I	○	○	○	○	
J	○	○	○	○	
K	○	○	○	○	
L	○	○	○	○	
M	○	○	○	○	
a	○	△	○	△	比 較 鋼
b	○	○	×	△	
c	○	△	×	×	
d	○	○	○	△	
e	○	△	○	○	
f	△	△	○	○	
g	○	○	○	△	
h	○	○	○	△	従 来 鋼
1	×	○	○	×	
2	×	×	×	△	

## 【0022】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明により、従来、ディーゼルエンジン予燃焼室用インサート材として用いられているSUS310S等に対して、耐き裂性を著しく改善させ、さらに良好な冷・温間鍛造性によって安価な予燃焼室用インサート材の提供が可能になった。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】ディーゼルエンジン予燃焼室用インサート模式図、

【図2】ディーゼルエンジン予燃焼室用インサート断面模式図、

【図3】耐き裂性評価試験装置模式図、

【図4】耐き裂性評価試験における予燃焼室用インサート\*

## \* トの固定模式図、

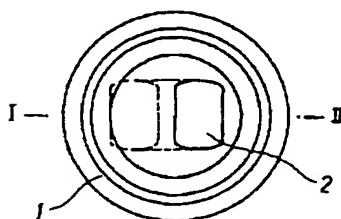
【図5】耐き裂性評価試験におけるヒートパターン、

【図6】予燃焼室に発生したき裂模式図である。

## 【符号の説明】

- 1 予燃焼室用インサート
- 2 噴口部
- 3 耐き裂性評価装置
- 4 予燃焼室ホルダー
- 5 加熱バーナー
- 6 スプレー
- 7 き裂
- 8 ホルダー固定治具

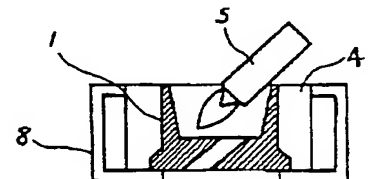
【図1】



【図2】

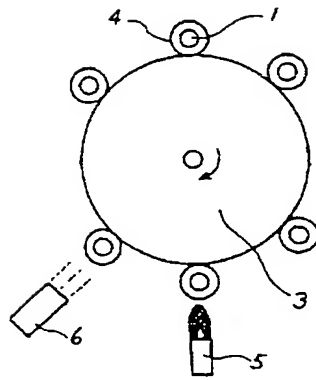


【図4】

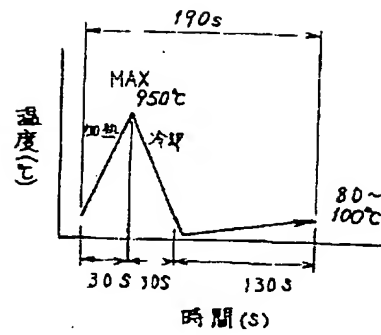




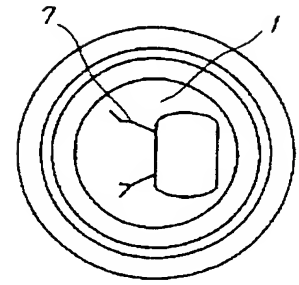
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 川上 雄士  
埼玉県熊谷市末広4丁目14番1号 株式会  
社リケン内

(72)発明者 栗原 諭史  
埼玉県熊谷市末広4丁目14番1号 株式会  
社リケン内

THIS PAGE BLANK (USPTO)